

Plantes et vitamine B₁

par Henry GUYOT

Dès le début de ce siècle, on a commencé à s'intéresser à l'étude de substances activant la croissance des végétaux. En 1909, Clinton avait déjà observé que des extraits de plantes pouvaient stimuler la croissance de certains végétaux.

Mais c'est en 1912 que parut un important mémoire de Bottomley, dans lequel il montra que des extraits fermentés de tourbe ajoutés à des solutions nutritives augmentaient la croissance. Ces corps, encore mystérieux, furent appelés *auximones*. Il répéta ses expériences avec la lentille d'eau (*Lemna minor*), cultivée sur Detmer, milieu inorganique, insuffisant pour la croissance de cette plante. Il lui fallait une source d'origine organique : il ajouta de la tourbe fermentée et la plante redevint normale. Les mêmes constatations furent faites sur *Salvinia natans*, une fougère aquatique. Rosenhaim, de son côté, obtient de cette façon des plantes plus grandes et plus vertes que le contrôle.

De toutes ces expériences, on arriva à la conclusion qu'il existait des substances, probablement organiques, qui étaient susceptibles de favoriser la croissance des végétaux.

La découverte de vitamines vint apporter un élément nouveau dans toute cette question.

On avait en effet constaté que plusieurs vitamines ont une influence nette sur la croissance des animaux, d'où l'appellation de « facteur de croissance ». Sous leur influence, les organismes se développaient plus rapidement, ceux qui travaillaient au ralenti reprenaient. Il devait être tentant de constater si cette action stimulante des vitamines pouvait se vérifier aussi chez les végétaux. On pouvait en effet a priori entrevoir que ce serait le cas, puisque, en réalité, *c'est la plante qui fonctionne comme producteur primaire de vitamines*, à quelques exceptions près. Les poissons reçoivent le carotène qui leur servira à produire la vitamine A en majeure partie par le plancton marin. Le carotène du lait, les vitamines B₁, C, E et K sont entièrement d'origine végé-

tale (à part le veau qui synthétiserait la vitamine C). La plante qui semble être le fournisseur primaire de vitamines est à cet égard particulièrement intéressante. Sans plantes — si l'on ne songe qu'aux vitamines — la vie de l'animal serait impossible. Il existe déjà une littérature abondante qui traite des plantes et des vitamines. Les résultats les plus intéressants et les plus nombreux acquis jusqu'ici l'ont été avec la vitamine B₁. C'est la raison pour laquelle elle fait plus spécialement l'objet de cet exposé.

La vitamine B₁ est très répandue dans le végétal. On l'a découverte dans des bactéries, des champignons, des algues vertes, ainsi que dans les plantes dites supérieures. On en trouve les plus grandes quantités dans la levure de brasserie 7000 γ/%, dans le germe de blé 3000 γ/%, dans la polissure de riz 2500 γ/%. Le grain de riz complet en contient 200 γ/%, alors qu'elle n'est plus qu'à l'état de trace dans le riz poli que nous mangeons. Il faut encore ajouter que les tissus jeunes, les boutons de fleurs, les ovaires, les cotylédons, les embryons et les tissus chlorophylliens sont riches en aneurine, c'est-à-dire tous les organes où le métabolisme est intense. On s'est demandé dans quel organe la plante en fait la synthèse. Pour *Bonner*, c'est au niveau des tissus chlorophylliens que la plante produirait l'aneurine. De là, elle émigrerait dans les cellules où sa présence est nécessaire, en particulier dans les cotylédons, les bourgeons et les racines. Elle doit à la fois participer comme élément actif du chimisme intracellulaire, et comme substance de réserve prête à entrer en action lorsque les conditions l'exigent. Dans cette dernière alternative, l'aneurine des cotylédons est en fait une aneurine de réserve.

Mais un corps si répandu dans les divers organes de la plante doit nécessairement jouer un rôle important. Les travaux des chimistes, des physiologistes et des botanistes ont établi plusieurs fonctions qu'on peut attribuer à l'aneurine. Ce sont :

- une fonction co-ferment
- et comme conséquence
- une fonction facteur de croissance.

Considérons tout d'abord l'aneurine en tant que co-ferment. Si l'on examine de près la forme de l'aneurine dans l'organisme tant végétal qu'animal, on constate qu'en réalité elle s'y trouve sous forme d'éther-sel pyrophosphorique. Or, cet acide aneurino-phosphorique n'est pas autre chose que le groupe prosthétique de fer-

ments ou co-ferments qu'on connaissait déjà, les carboxylase et pyruvodéhydrase. Cette constatation est d'une importance capitale, car nous savons ainsi qu'il existe des vitamines qui participent à un système enzymatique. On peut les appeler vitamine-ferment et, de ce fait, la portée d'action de l'aneurine prend une importance de premier plan dans le chimisme cellulaire.

La carboxylase décarboxyle l'acide pyruvique en acétaldéhyde, corps intermédiaire dont la plante a besoin pour plusieurs autres synthèses. D'autre part, elle préside à la réduction de l'acide pyruvique en acide lactique et participe à la resynthèse du glycogène. Cette transformation de l'acide pyruvique est d'une importance capitale : substance toxique, qui se forme au cours de la dégradation des hydrocarbonés, sa stagnation est un vrai danger, tout spécialement pour la cellule nerveuse qu'elle intoxique littéralement. Dans le végétal, où l'hydrolyse des hydrocarbonés est tout aussi massive, par exemple pendant la période de la germination, on a de bonnes raisons de croire que le rôle de la carboxylase doit être analogue. L'acide pyruvique en excès est un poison pour la cellule végétale comme pour la cellule animale. *Haag* a en effet pu montrer que l'acide pyruvique s'accumule dans le *Phycomyces Blakesleeanus* lorsqu'il est cultivé dans un milieu qui contient une dose de glucose sub-optimum. Or, il existe dans cet ordre d'idées une coïncidence significative :

Dans les graines de céréales, on distingue grosso modo trois parties bien distinctes, l'albumen où se dépose l'amidon sous forme de réserve hydrocarbonée, les téguments et l'embryon. Or, il est pour le moins frappant de constater que les téguments, l'embryon et surtout le scutellum qui limite la zone embryonnaire de l'albumen sont précisément des assises cellulaires riches en ferments amylase et co-carboxylase. D'après Hinton, le scutellum du germe de blé renferme 40 U. I., l'embryon seulement 4 U. I. d'aneurine. On en arrive ainsi tout naturellement à penser que lors de la saccharification de l'amidon, il peut se produire le stade intermédiaire acide pyruvique, toxique à une concentration donnée pour le protoplasma. La carboxylase, dans laquelle figure l'aneurine comme constituant, intervient fort probablement pour empêcher l'accumulation de ces acides α -cétoniques et les transforme en substances atoxiques. C'est un processus comparable à la polymérisation de l'aldéhyde formique lors de la respira-

tion chlorophyllienne, aldéhyde qui est un violent fixateur protoplasmique, mais que la plante rend immédiatement inoffensif par cette condensation.

Nous passons maintenant à la seconde fonction de l'aneurine, *l'aneurine facteur de croissance*.

C'est surtout en étudiant l'aneurine sur les plantes dites inférieures, bactéries et champignons filamenteux, qu'on a pu montrer qu'elle est un facteur de croissance aussi puissant qu'indispensable, à tel point que certains organismes ne peuvent pas se développer sans aneurine. Son action est même proportionnelle à la quantité présente de cette vitamine, ce qui a permis d'établir un test, dit de *Schopfer*, qu'on utilise pour doser la vitamine B₁ dans un liquide qu'on suppose en contenir. En effet, si on cultive un champignon filamenteux, la Mucorinée, *Phycomyces Blakesleeanus*, on constate que la hauteur du gazon obtenue est proportionnelle à la quantité d'aneurine présente dans le milieu de culture. La pesée du gazon, après dessiccation, permet de calculer la teneur en vitamine B₁ de la solution.

Au cours de ces études, on a fait des constatations fort intéressantes sur la subtilité physiologique de ces microorganismes.

L'aneurine est constituée, d'une part, par un dérivé du thiazol et, d'autre part, par un dérivé de la pyrimidine. Si l'on veut cultiver la Mucorinée citée, le *Phycomyces Blakesleeanus*, il faut lui offrir un milieu contenant de l'aneurine qu'on peut remplacer par ses constituants thiazoliques et pyrimidiniques. Si on ne lui offre qu'un seul de ces corps, elle ne se développe pas. Il faut donc bien admettre que cette Mucorinée peut, ou bien utiliser directement la vitamine B₁, ou bien même en faire la synthèse, à partir des deux constituants cités. Voici un premier point très intéressant. Serrant de plus près le problème, on a alors découvert qu'il existe d'autres Mucorinées qui n'ont pas besoin d'aneurine pour se développer. Il faut donc admettre qu'elles peuvent en réaliser elles-mêmes la synthèse. Puis on a constaté une troisième possibilité, celle du *Mucor Ramannianus* qui se contente de thiazol sans pyrimidine pour faire l'aneurine qui est indispensable à sa croissance. Ce Mucor possède la possibilité de faire lui-même la pyrimidine sans laquelle il ne pourrait disposer d'aneurine.

Enfin, on pouvait se demander si la quatrième alternative existait, c'est-à-dire une plante qui se contenterait seulement de

pyrimidine. On l'a trouvée en une levure, le *Rhodotorula rubra*. Il y a encore lieu d'ajouter qu'on a réussi une symbiose qui est une parfaite source d'aneurine, c'est-à-dire la symbiose *Rhodotorula rubra* + *Mucor Ramannianus*. La première espèce donne le dérivé de thiazol, la seconde le dérivé de la pyrimidine. Chacun de ces organismes synthétise une des moitiés de la molécule de l'aneurine et, de cette façon, chaque partenaire reçoit la partie qui lui manque pour constituer l'aneurine. Ces recherches nous ont révélé une spécificité biologique fort poussée chez des organismes qu'on taxe volontiers d'inférieurs. En réalité, si on les considère comme tels au point de vue de la systématique botanique, il faut reconnaître qu'au point de vue physiologique, ils sont d'une sensibilité pour le moins équivalente, si ce n'est supérieure, aux végétaux qu'on place en tête de la hiérarchie systématique.

La spécificité et la sensibilité physiologique de ces microorganismes peut encore être mise en évidence par d'autres expériences.

Nous avons constaté précédemment que la vitamine B₁ pouvait être pratiquement décelée dans presque tous les organes du végétal. Mais en réalité, la quantité en circulation est très minime, c'est-à-dire celle qui est nécessaire pour effectuer les réactions chimiques intracellulaires ou pour influencer la croissance des végétaux. Cette « efficacité » de l'aneurine est d'autant plus frappante que d'autres vitamines sont efficientes à des doses beaucoup plus élevées. La très grande activité de l'aneurine peut être illustrée par les exemples suivants : pour assurer le développement normal d'une levure, il suffit de 0,5 γ pour 25 cm³ de milieu de culture, pour le champignon *Ustilago violacea*, on emploie même seulement 0,01-0,02 γ . Les racines de tomates réagissent déjà à une dose de 0,0001 γ dans 40 cm³ de milieu synthétique. On a trouvé que d'autres microorganismes étaient sensibles à des doses encore beaucoup plus faibles, quasi homéopathiques. 0,4 milliardième de gramme suffisent pour 1 cm³ de milieu synthétique et, dans ce cas, 10 milliardièmes assurent un optimum de développement.

Il reste maintenant à examiner la question concernant les plantes, dites supérieures. Nous avons déjà constaté que l'aneurine a été décelée dans presque tous les végétaux où on l'a re-

cherchée, de même que dans presque tous leurs organes. Nous avons vu qu'il faut distinguer l'aneurine circulante de l'aneurine réserve. Si cette vitamine nous paraît indispensable à la croissance de nombreux microorganismes, son importance est tout aussi grande pour les végétaux dits supérieurs. C'est tout d'abord comme vitamine-ferment, dont le rôle, dans ce cas, est identique à celui qu'elle joue chez les plantes microscopiques et, ensuite, comme facteur de croissance. Une expérience fort typique va nous prouver ce second rôle. La plante accumule dans ses cotylédons, pendant la période de vie active, des réserves d'aneurine qui entreront en action dès que la germination commence. On peut admettre, en effet, que jusqu'à la formation et à l'entrée en fonction de la respiration chlorophyllienne, la plantule ne produit pas d'aneurine. Les réserves cotylédonnaires seront mises alors à contribution. C'est ce que *Kögl* a montré. Si l'on cultive des plantules de pois, auxquelles on a supprimé les cotylédons, sur une solution contenant des quantités de substances nutritives suffisantes pour assurer leur croissance normale (sucre, azote, sels minéraux), on voit bientôt les plantules périr. Mais, si l'on fait la même expérience en ajoutant de l'aneurine à la solution nutritive, la plantule se développe normalement. En d'autres termes, on a fourni artificiellement à la plante l'aneurine-réserve dont on l'avait frustrée en lui supprimant ses cotylédons. Cette constatation permet de considérer cette vitamine comme étant un facteur de croissance indispensable. *Williams* confirma cette propriété par une expérience différente, mais qui conduisit aux mêmes conclusions. Utilisant des racines de tomates, il remarque qu'une solution d'aneurine augmente leur volume de 5 à 1000 fois, c'est-à-dire proportionnellement à la concentration en aneurine de la solution. On a alors tenté d'influencer la croissance de nombreux végétaux ou des tissus de plantes, par exemple des parties du cambium, en leur fournissant artificiellement de l'aneurine.

C'est surtout en Amérique qu'on s'est occupé de cette question. Les résultats publiés surtout par *Bonner* de l'Institut californien de technologie à Pasadena et *Robbins*, directeur du Jardin botanique de New-York, ont montré ce qui suit : La vitamine B₁ ne peut pas remplacer les facteurs essentiels pour la croissance des végétaux tels que l'air, l'eau, la lumière et les sels minéraux. Mais certaines plantes croissent mal ou trop lentement si

elles ne disposent ou ne produisent pas suffisamment d'aneurine. On peut résumer comme suit les résultats de ces travaux :

- 1° Excellents résultats lors de la transplantation de plantes herbacées et d'arbrisseaux (par exemple *Hibiscus*, *Nerium*, *Poinsettia*, *Bougainvillea*, etc.).
- 2° Stimulation de la croissance (rosiers, *Gardenia*, *Lantana*).
- 3° Les plantes à bulbes fleurissent plus tôt, sont plus grandes et plus belles (Narcisses, *Sternbergia*, etc.).
- 4° Les plantes ont davantage de racinelles, ce qui assure une meilleure reprise.
- 5° La rouille des racines disparaît sous l'influence de l'aneurine.
- 6° Une préparation des semences par aspersion ou immersion avec une solution d'aneurine n'a aucune influence.

Comme il fallait s'y attendre, ces résultats ont soulevé beaucoup d'intérêt et l'industrie s'en est emparée. Jusqu'à juillet 1940, on comptait aux Etats-Unis plus de 350 firmes qui vendaient des produits à base d'aneurine pour activer la croissance des végétaux. Elles firent une publicité exagérée, à tel point que le « Bureau of Plant Industry » s'est vu obligé de déclarer qu'il ne pouvait accorder aucune confiance aux résultats observés. Entretemps, les chercheurs ont continué et de nombreux travaux ont été publiés. Il faut avouer que le dépouillement de cette littérature n'est pas chose aisée, car les avis sont contradictoires. En réalité, la question est plus complexe qu'elle ne le paraît au premier abord. Il faut considérer le problème à plusieurs points de vue :

Il est prouvé indubitablement que *sous certaines conditions*, l'aneurine peut avoir une influence sur la croissance de certains organes de végétaux, ou sur leur ensemble. On peut ainsi augmenter le nombre des racinelles, accroître la stature, provoquer une floraison plus précoce dans certains cas, alors que pour d'autres végétaux, on ne remarque rien. Il est donc absolument nécessaire de faire la réserve « sous certaines conditions » qui sont les suivantes :

Les plantes ont un « optimum physiologique » qui varie d'une espèce à une autre, voire peut-être d'une race à une autre, comme cela se constate par exemple pour les bactéries. Une plante réagit à une concentration de 1/100.000 g d'aneurine parce que

son « optimum physiologique » est précisément situé à cette concentration. Ainsi Jecklin a montré que l'optimum physiologique du cresson pour l'aneurine est 1 : 100.000. Une concentration de 1 : 10.000 inhibe nettement la plante. Pour le maïs, l'optimum est 1 : 100.000.000. Une culture de pommes de terre ne réagit nullement à cette concentration. On peut déduire de ces essais que, ou bien l'aneurine est totalement inactive sur certains végétaux, ou bien l'on n'a observé aucun résultat parce que *l'optimum physiologique n'est pas encore connu*. Cette question est si importante, qu'une concentration trop forte peut même avoir une action anti-stimulante (cas du cresson).

On peut parfaitement admettre que l'aneurine ne soit pas nécessaire pour tous les végétaux même en concentration optimale. Ce serait le cas lorsque la synthèse chlorophyllienne est normale ou bien lorsque l'apport exogène est suffisant. On sait en effet que certaines terres, certains fumiers sont plus riches en aneurine que d'autres. Un supplément d'aneurine même en concentration optimale doit rester dans ces cas inopérant. Or, *Arnov* estime qu'il peut exister des plantes chez lesquelles l'assimilation chlorophyllienne est insuffisante, ce qui diminue les possibilités de synthèse de l'aneurine par la plante. Les végétaux pourraient donc être aussi atteints d'hypovitaminose B₁ dans certains cas.

Il se pourrait enfin que l'aneurine agisse en corrélation avec une auxine. D'après *Went*, *Bonner* et *Wanner* l'adjonction d'aneurine à une auxine favoriserait encore la formation de radicules. Mais, pour *Tincker*, cette influence serait douteuse. Il semble aussi dans ce cas qu'il est nécessaire d'établir l'optimum physiologique pour cette action conjuguée.

Il serait fastidieux d'énumérer ici toutes les plantes chez lesquelles on a étudié l'influence de l'aneurine.

Pour terminer, je résume mon point de vue sur cette question : L'aneurine influence la croissance de la plupart des plantes dites inférieures examinées jusqu'ici. Chez les plantes supérieures, il est indéniable que certaines espèces ou certains organes de ces plantes sont influencés par l'aneurine. La croissance des plantes à feuilles riches en B₁ n'est pas liée à un apport exogène de B₁, ni favorisée par un complément de B₁ tant que leurs conditions de vie sont optimales. Les plantes, par contre, dont les feuilles produisent trop peu de vitamine B₁ pour former un chevelu radi-

cellulaire optimum, sont influencées par un apport exogène de B₁ et leur croissance dépend des quantités de vitamine disponibles et de l'optimum physiologique de la concentration. Cet optimum reste à établir pour la plupart des végétaux. Il s'ensuit que toute cette question n'est encore qu'ébauchée et qu'elle doit être étudiée successivement pour chaque végétal. Il est regrettable que sur la base de travaux sérieux, on ait exploité une question qui n'est pas encore résolue et qu'on l'ait de cette façon partiellement discréditée.
